

Pemanfaatan Limbah Biomassa Sawit Ramah Lingkungan

Denny Irawati^{1*}, Ganis Lukmandaru¹, Joko Sulisty¹, Sigit Sunarta¹, Tomy Listyanto¹, Jaka Widada², Nunuk Supriyatno³, Yose Rizal⁴

¹Dept. Tek. Hasil Hutan, Fak. Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.

²Dept. Mikrobiologi Pertanian, Fak. Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.

³Dept. Manajemen Hutan, Fak. Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

⁴PT Semen Baturaja, Baturaja, Indonesia.

Submitted: 09 April 2019; Revised: 20 November 2020; Accepted: 01 Desember 2020

Kata Kunci:

Batang
Baturaja
Daun
Kelapa sawit
Kompos
Partisipatif

Abstrak Dalam rangka memenuhi kebutuhan lahan untuk pembangunan perumahan karyawan, PT Semen Baturaja Tbk. (PTSB) membuka kurang lebih 27 hektar lahan yang di dalamnya diperkirakan terdapat kurang lebih 2700 batang tanaman kelapa sawit yang kurang produktif. Pembukaan lahan tersebut akan menghasilkan biomassa sawit yang cukup besar. Salah satu usaha pemanfaatan limbah biomassa sawit adalah dengan mengolahnya menjadi kompos. Kompos dapat digunakan untuk rehabilitasi lahan bekas tambang oleh PTSB. Hingga saat ini, PTSB belum memiliki pengalaman di bidang pembuatan kompos. Oleh karena itu, PTSB bekerja sama dengan Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada untuk memproduksi pupuk kompos dari limbah biomassa tanaman sawit. Metode yang digunakan pada kegiatan pengabdian ini adalah sosialisasi, pembuatan kompos secara partisipatif, dan pendampingan di lapangan. Luaran dari kegiatan ini berupa kompos limbah biomassa sawit serta pengetahuan mengenai teknologi proses pembuatan kompos bagi pihak PTSB. Jumlah pupuk kompos yang bisa diperoleh dari delapan gundukan daun kelapa sawit adalah 248,9 ton dan dari batang kelapa sawit sebanyak 1.236,6 ton. Pupuk kompos setelah pengomposan selama dua bulan mempunyai rasio C/N 13,7. Biaya yang dikeluarkan untuk pengomposan adalah Rp591.405.000,00 dengan potensi keuntungan sebesar Rp6.093.232.500,00. Pengetahuan perihal pembuatan kompos berdampak pada penghematan pengeluaran PTSB untuk membeli pupuk guna rehabilitasi lahan serta penanganan permasalahan limbah biomassa.

Keywords:

Baturaja
Compost
Leaves
Oil palm
Participatory

Abstract In order to meet the land requirements for housing construction of its employees, PT Semen Baturaja Tbk. (PTSB) opens approximately 27 hectares of land which is estimated to have approximately 2700 less productive oil palm trees. The opening of the land will produce substantial palm biomass. One of the efforts to utilize palm oil biomass waste is by processing it into compost. Compost can be used for rehabilitation of ex-mine land by PTSB. So far, PTSB has no experience in the field of composting, therefore PTSB in collaboration with the Faculty of Forestry, Gadjah Mada University produces compost from waste palm oil biomass. The method used in this service activity is socialization, participatory composting, and mentoring in the field. The output of this activity is in the form of palm biomass compost and knowledge about the technology of the composting process for PTSB. The amount of compost that can be obtained from 8 oil palm leaf mounds is 248.9 tons while that of the oil palm stem is 1,236.6 tons. Compost fertilizer after composting for 2 months has a C/N ratio of 13.7. The cost for composting is Rp. 591,405,000, with a potential profit of Rp. 6,093,232,500, -. The impact of

knowledge on composting is saving on spending for PTSB to buy fertilizer for land rehabilitation and handling the problem of biomass waste.

1. PENDAHULUAN

PT Semen Baturaja (Tbk.) (PTSB) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang industri semen. PTSB didirikan pada 14 November 1974. Hingga saat ini, PTSB telah beroperasi selama 44 tahun. Pada awal pendiriannya, kapasitas produksi pabrik PTSB sebesar 2.000.000 ton/tahun. Setelah pembangunan pabrik II yang berkapasitas 1.850.000 ton/tahun selesai dilakukan pada 2018, produksi semen meningkat hingga hampir dua kali lipat. Pembukaan pabrik II tersebut membuat PTSB semakin optimis dalam menghadapi persaingan industri semen pada masa mendatang. Akan tetapi, kapasitas produksi di pabrik Baturaja II yang bertambah berimplikasi pada penambahan jumlah karyawan. Jumlah karyawan yang meningkat mengharuskan PTSB membangun perumahan baru karena perumahan lama sudah tidak memadai.

Perumahan yang akan dibangun oleh PTSB terdiri atas 335 rumah sehingga diperlukan lahan yang cukup luas. Untuk memenuhi kebutuhan lahan tersebut, PTSB membuka kurang lebih 27 hektar (ha) lahan yang di dalamnya diperkirakan terdapat kurang lebih 2700 batang tanaman kelapa sawit yang kurang produktif. Pembukaan lahan tersebut akan menghasilkan biomassa, seperti batang, daun, dan pelepah kelapa sawit yang tidak dapat dimanfaatkan secara ekonomi. Jumlah biomassa tersebut diperkirakan mencapai 6000 m³ (Gambar 1).

Biomassa merupakan material organik dengan unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang dapat terdekomposisi menjadi unsur-unsurnya, baik oleh mikroorganisme maupun degradasi panas. Kandungan karbon dalam biomassa secara teoretis kurang lebih 50% dari berat keringnya (Desideri & Fantozzi, 2013). Pemanfaatan biomassa, termasuk limbah, dengan baik akan mengurangi pelepasan karbon ke atmosfer dan mempertahankannya dalam bentuk produk yang bermanfaat. Karbon dalam biomassa perlu dipertahankan untuk mitigasi *climate change*. Pembusukan limbah biomassa di lapangan tanpa pemanfaatan yang baik justru akan menimbulkan permasalahan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, penanganan limbah biomassa sawit yang tidak bernilai ekonomi menjadi langkah penting untuk tetap mempertahankan karbon agar tidak terjadi pelepasan ke atmosfer dan dapat menghasilkan produk yang bermanfaat.

Salah satu alternatif yang telah dilakukan dalam upaya penanganan limbah tebangan kelapa sawit adalah dengan memanfaatkan bagian cangkangnya menjadi arang ataupun arang aktif (Sulistyo, 2006) dan asap cair sebagai bahan pengawet kayu (Sunarta et al., 2011). Selain itu, bagian pelepah daun dapat dimanfaatkan

untuk membuat papan serat (Agus & Widyorini, 2012) dan sebagai bahan energi, seperti bioetanol (Boateng & Lee, 2014; Hossain & Jalil, 2015). Akan tetapi, limbah tebangan kelapa sawit yang dimanfaatkan untuk pembuatan arang ataupun asap cair memerlukan proses karbonisasi. Proses tersebut memerlukan panas atau suhu tinggi sehingga tidak dapat dilakukan di dekat pabrik PTSB karena berbahaya. Adapun pemanfaatan sebagai papan serat memerlukan peralatan dan teknologi tambahan yang cukup mahal apabila hanya diaplikasikan untuk satu kali penggunaan (tidak kontinu). Oleh karena itu, perlu dilakukan alternatif pemanfaatan lain yang berbiaya rendah dan hasilnya memiliki kemanfaatan yang besar bagi masyarakat. Salah satu alternatif tersebut adalah dengan mengolah limbah biomassa sawit menjadi kompos (Bulan et al., 2016).



Gambar 1 (a) Tanaman sawit umur 20 tahun sebelum ditebang (b) Biomassa sawit setelah ditebang

Pembuatan kompos mempertimbangkan kegiatan rehabilitasi lahan bekas tambang oleh PTSB dan pemanfaatannya oleh masyarakat petani di sekitar pabrik PTSB. Kegiatan rehabilitasi lahan bekas tambang diperkirakan memerlukan pupuk kompos sebanyak 8.500 m³. Kompos adalah bahan organik yang telah mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah (Singh & Kalamdhad, 2019). Dalam kegiatan rehabilitasi lahan bekas tambang batu kapur yang luasnya ±120 ha, PTSB memerlukan kompos untuk memperbaiki sifat-sifat tanah agar dapat ditumbuhi kembali oleh tanaman. Kondisi lahan bekas tambang cenderung memiliki

karakteristik tanah yang struktur, tekstur, porositas, dan *bulk density*-nya rusak (Asir, 2013), padahal karakteristik fisik tanah tersebut merupakan bagian yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Salah satu upaya untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut adalah menutupi lapisan permukaannya dengan timbunan yang berasal dari *topsoil* yang telah diperkaya dengan kompos.

Terkait dengan pembuatan kompos, PTSB belum memiliki pengalaman di bidang tersebut. Oleh karena itu, PTSB bekerja sama dengan Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada dalam pembuatan kompos guna mendukung dan menekan biaya kegiatan rehabilitasi lahan bekas tambang. Pupuk kompos yang diproduksi oleh PTSB bekerja sama dengan Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada memanfaatkan biomassa tanaman sawit. Terkait hal tersebut, tujuan kegiatan ini adalah memanfaatkan biomassa limbah tebang, khususnya kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan kompos; mengurangi pencemaran lingkungan akibat pelepasan unsur C ke atmosfer dari pembusukan atau degradasi limbah biomassa yang tidak dimanfaatkan; memberikan pengetahuan tentang teknologi pengolahan kompos limbah biomassa sawit; dan menghasilkan kompos yang dapat dimanfaatkan untuk rehabilitasi lahan tambang sehingga dapat mengurangi pengeluaran biaya pembelian pupuk.

2. METODE

2.1 Waktu dan lokasi kegiatan

Kegiatan pengomposan yang merupakan kerja sama PTSB dengan Fakultas Kehutanan UGM dilaksanakan selama tiga bulan kerja, yaitu mulai 1 Agustus 2018 s.d. 30 Oktober 2018. Kegiatan ini dilaksanakan di lahan PTSB yang berlokasi di Jalan Raya Tiga Gajah Baturaja, Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan (Gambar 2).



Gambar 2 Peta lokasi Pabrik PT Semen Baturaja (Persero) Tbk dan lokasi pembuatan kompos (sumber: PT Semen Baturaja)

2.2 Persiapan dan sosialisasi program

Tahapan persiapan dalam penanganan limbah biomassa di PTSB terdiri atas survei lokasi, persiapan lahan, pembuatan rancangan pengomposan, dan pengadaan peralatan. Survei lokasi dilakukan untuk mencari lokasi yang paling cocok untuk proses pengomposan. Beberapa pertimbangan dalam menentukan lokasi kegiatan adalah lokasi jauh dari pabrik supaya tidak mengganggu operasional pabrik, aksesibilitas mudah, jauh dari kawasan permukiman, tersedia sumber air yang cukup, dan tempat relatif datar.

Dua metode yang berbeda, yaitu gundukan statis teraerasi (*aerated static pile*) dan *graveyard* (pengomposan dengan cara pendam atau kubur) digunakan dalam proses pengomposan berdasarkan perbedaan karakteristik biomassa batang dan pelepah kelapa sawit. Metode gundukan statis teraerasi (*aerated static pile*) memerlukan lahan kosong dengan kontur datar dan drainase yang baik. Limbah biomassa dari tebang tegakan kelapa sawit dibawa dan dikumpulkan di area lokasi, yaitu tanah kosong (hasil pembersihan) seluas ± 2 ha. Area lokasi tanah kosong tersebut cukup luas untuk membongkar limbah biomassa, manuver truk dan *excavator* ketika membongkar limbah biomassa, serta memudahkan manuver *excavator* ketika menumpuk dan mengatur limbah biomassa untuk diproses menjadi kompos. Selain itu, area lokasi ini memiliki karakter hidrologi yang cukup baik sehingga tidak menimbulkan air tergenang pada saat musim hujan.

Metode gundukan statis teraerasi diterapkan dengan mempertimbangkan jumlah limbah biomassa. Dalam kegiatan ini, jumlah limbah biomassa yang dihasilkan sangat besar sehingga dibuat delapan gundukan yang berukuran 30x3x1,5 m (p x l x t). Pembuatan gundukan-gundukan tersebut bertujuan untuk mempermudah penanganan limbah biomassa dan proses selanjutnya. Model penanganan limbah dengan metode gundukan statis teraerasi diaplikasikan pada limbah berupa daun dan pelepah daun kelapa sawit. Limbah kelapa sawit bagian batang yang berkarakteristik keras dan kaya akan kandungan lignin diperkirakan akan memakan waktu lama dalam proses pembuatan kompos. Oleh karena itu,

metode *graveyard* (pendam/kubur) dipandang sebagai metode yang sesuai untuk konversi limbah batang kelapa sawit menjadi kompos. *Graveyard* (lubang pendam) yang dibuat sebanyak dua lubang dengan ukuran p x l x t masing-masing adalah 100x15x1,5 m dan 40x10x2 m.

Secara garis besar, peralatan dan bahan yang digunakan dalam kegiatan pengomposan sebagai berikut:

- Peralatan dan bahan untuk membuat *decomposer* yang terdiri atas aerator, *mixer*, kompor, panci, ketela sebagai media pertumbuhan, *molase* sebagai sumber karbon awal, *decomposer*, dan air.
- Peralatan pencacah biomassa yang terdiri atas mesin pencacah daun (*chopper*), mesin pencacah batang (*disc chipper*), *chainsaw*, kapak, dan parang.
- Peralatan persiapan lahan yang terdiri atas *excavator* dan *bulldozer*.
- Peralatan pembuatan kompos yang terdiri atas 1 set alat penyiraman, 1 set alat penyemprotan, 1 set alat *blower*, 1 set alat ukur suhu dan kelembapan udara (*thermohigrometer*), cangkul, ganco, terpal plastik, paralon, *water torrent*, dan selang plastik.
- Peralatan pendukung yang terdiri atas peralatan kelistrikan dan set *hand tool* untuk pertukangan dan perbengkelan.

Perencanaan dan pelaksanaan kegiatan disosialisasikan kepada pihak PTSB. Sosialisasi dilakukan dengan menjelaskan konsep mekanisme kegiatan sekaligus teknologi pembuatan kompos dari limbah kelapa sawit kepada empat orang penanggung jawab kegiatan dari PTSB. Melalui sosialisasi ini, pihak PTSB diharapkan dapat mengerti dan memahami proses pembuatan kompos serta manfaat kompos yang dihasilkan dan menularkannya kepada masyarakat di sekitar lokasi PTSB.

2.3 Pelaksanaan pembuatan kompos secara partisipatif

Pelaksanaan pembuatan kompos melibatkan tim dari UGM dan PTSB. Hal ini dilakukan agar terjadi transfer teknologi bersamaan dengan pelaksanaan kegiatan di lapangan. Pembuatan kompos diawali dengan pengecilan ukuran biomassa untuk mempercepat proses dekomposisi. Limbah biomassa kelapa sawit dipilah menjadi dua, yaitu limbah daun yang bersifat lunak dan limbah batang pohon kelapa sawit yang bersifat keras. Limbah batang pohon kelapa sawit dipotong atau *disc-bucking* menjadi lempengan berukuran tebal 20 cm dengan *bucket* dari *excavator*. Pengecilan ukuran biomassa dilakukan dengan cara dicacah menggunakan mesin *chopper* (Gambar 3a). Daun dan batang yang telah berukuran kecil kemudian dicampur dengan pupuk kandang, urea, kapur, dan dekomposer lalu dibuat gundukan (Gambar 3b). Dalam gundukan tersebut, biomassa dan pupuk kandang ditempatkan secara berlapis dan diberi pipa perforasi (Gambar 3c). Setelah itu, campuran biomassa ditutup rapat dengan terpal (Gambar

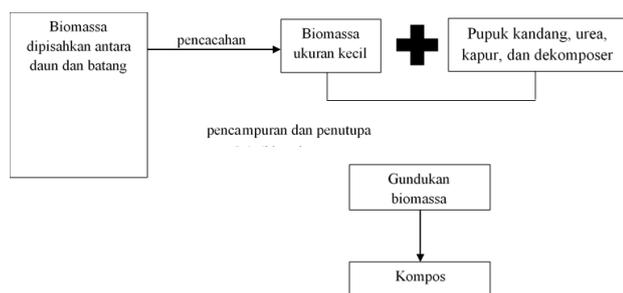
3d). Adapun biomassa yang berupa batang dan pekapah yang sangat keras diolah menjadi kompos dengan metode penimbunan (*graveyard*) (Gambar 4). Alur pembuatan kompos secara lengkap dirangkum dalam *flowcard* pada Gambar 5.



Gambar 3 (a) Proses pengecilan ukuran biomassa; (b) pencampuran biomassa; (c) pemasangan pipa di tengah gundukan; (d) penutupan gundukan dengan terpal (berturut-turut dari posisi kiri atas berputar searah jarum jam)



Gambar 4 Lubang untuk pengomposan



Gambar 5 Bagan alir pembuatan kompos

Setelah proses pembuatan gundukan dan penimbunan lubang pengomposan dengan tanah, selanjutnya dilakukan kegiatan perawatan. Perawatan yang dilakukan berupa penyiraman secara periodik setiap tiga hari sekali dan pemasangan *blower* untuk *supply* udara dalam gundukan setiap hari. Perawatan ini bertujuan untuk menjaga proses dekomposisi agar berjalan lancar, baik di dalam gundukan maupun di lubang besar. Perawatan dilakukan sekitar tiga bulan hingga menjadi pupuk kompos.

2.4 Analisis hasil dan nilai ekonomi pembuatan kompos

Kegiatan pembuatan delapan gundukan dilaksanakan secara bertahap, yaitu dalam waktu tiga bulan. Oleh karena itu, umur masing-masing gundukan berbeda. Kualitas kompos yang baik adalah yang sesuai dengan standar mutu kompos SNI 19-7030-2004. Kualitas kompos dianalisis di laboratorium Fakultas Kehutanan dan Fakultas Pertanian UGM. Unsur-unsur yang dianalisis adalah kadar air, pH, C/N rasio dengan metode *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC), serta kerapatan curah. Selain itu, perhitungan ekonomi juga dilakukan untuk melihat apakah secara finansial kegiatan pembuatan kompos dari limbah biomassa kelapa sawit layak dilakukan. Perhitungan tersebut dilakukan dengan membandingkan nilai ekonomi pupuk kompos dari limbah biomassa kelapa sawit dengan harga pupuk kompos yang dibutuhkan oleh PT SB untuk kegiatan penghijauan dan reklamas lahan tambang. Indikator tingkat keberhasilan yang diharapkan serta dampak kegiatan terhadap kelompok sasaran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Indikator tingkat keberhasilan program

No.	Parameter	Ketercapaian Target		Cara Pengukuran
		Sebelum Kegiatan	Setelah Kegiatan	
1.	Pengetahuan tentang teknologi pembuatan kompos	Belum memahami	Sudah memahami	Dapat melakukan kegiatan pembuatan kompos secara mandiri sesuai dengan arahan yang diberikan sebelumnya
2.	Perbaikan kondisi lingkungan	Banyak limbah biomassa belum dimanfaatkan	Tidak ada limbah biomassa	Limbah biomassa sudah dimanfaatkan dengan baik
3.	Pengeluaran biaya pembelian kompos	Tinggi untuk pembelian kompos	Berkurang	Penghematan dalam hal pengadaan kompos

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rendemen dan C/N rasio kompos

Rendemen kompos yang dihasilkan dihitung dengan pendekatan volume gundukan. Pada akhir kegiatan (setelah tiga bulan) terlihat bahwa pada gundukan terdapat proses pemadatan yang cukup signifikan dari volume awal ke volume akhir gundukan. Volume awal dari total delapan gundukan yang berbentuk setengah tabung ialah 540 m³. Setelah proses pemeliharaan (penyiraman) dan proses dekomposisi awal yang masif terjadi perubahan bentuk dan pemadatan pada gundukan tersebut, yaitu tinggi awal yang semula 1,5 m turun menjadi 0,6—1,0 m. Pengukuran volume akhir pada delapan gundukan yang sudah mendekati bentuk prisma segi empat menunjukkan volume total sebanyak 452,5 m³. Dengan demikian, rendemen pengomposan yang didapatkan adalah $(452,5 / 540) \times 100 = 83,79\%$.

Kompos pada umumnya digunakan untuk memperbaiki unsur-unsur tanah (*soil conditioner*) dan untuk meningkatkan kandungan bahan organik di dalam tanah sehingga kesuburan tanah meningkat atau minimal dipertahankan. Karakteristik umum yang harus ada pada kompos antara lain:

- mengandung unsur hara dalam jumlah dan jenis yang bervariasi tergantung pada bahan asal;
- menyediakan unsur hara secara lambat (*slow release*) dan dalam jumlah terbatas; serta
- mempunyai fungsi utama untuk memperbaiki kesuburan dan kesehatan tanah.

Menurut SNI 19-7030-2004, kematangan kompos ditunjukkan oleh ciri-ciri (BSN, 2004), yaitu (a) C/N rasio antara 10—20, (b) suhu sesuai dengan suhu air tanah, (c) berwarna kehitaman, (d) tekstur seperti tanah, dan (e) berbau tanah. Adapun kualitas kompos yang dihasilkan akhir sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor, antara lain, struktur bahan baku, ukuran bahan baku, nilai perbandingan C/N bahan baku, kadar air, suhu proses, pH proses, aerasi, dan jenis dekomposer yang digunakan. Standar mutu kompos menurut SNI ditampilkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Standar kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004 (BSN, 2004)

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C		suhu air tanah
3	Warna			kehitaman
4	Bau			berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
Unsur makro				
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0,10	-
13	C/N-rasio		10	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	0,20	*
Unsur mikro				
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
Unsur lain				
25	Kalsium	%	*	25,50
26	Magnesium (Mg)	%	*	0,60
27	Besi (Fe)	%	*	2,00
28	Aluminium (Al)	%	*	2,20
29	Mangan (Mn)	%	*	0,10
Bakteri				
30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3

Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

Kompos yang dibuat pada kegiatan ini menggunakan bahan baku berupa biomassa limbah tebu tanaman kelapa sawit yang terdiri atas berbagai jenis biomassa, yaitu daun, pelepah daun, batang tanaman, serta sedikit pangkal batang yang mengandung akar. Jenis biomassa yang berbeda memiliki karakteristik fisika dan kimia yang berbeda pula sehingga mengakibatkan terjadinya variasi pada sifat kompos yang dihasilkan. Biomassa kelapa sawit diolah menjadi kompos dalam delapan gundukan dengan lama waktu pembuatan total gundukan 2,5 bulan. Oleh karena itu, antara gundukan pertama dengan gundukan terakhir terdapat selang waktu yang cukup signifikan yang menyebabkan terjadinya perbedaan karakteristik hasil kompos pada saat dilakukan pengambilan sampel. Sampel kompos diambil pada saat kompos mencapai umur tertua (gundukan 1), yaitu dua bulan di bagian bawah, tengah, dan atas.

Hasil pengamatan fisik menunjukkan warna kompos yang kehitaman dan berbau tanah seperti yang disyaratkan dalam standar. Hasil pengujian rerata kadar air berdasarkan berat basah dari spesimen kompos gundukan 1 menunjukkan 53,65% dan berat jenis berdasarkan metode silinder menunjukkan 0,55. Spesimen pengujian kadar air dan berat jenis disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6 Spesimen gundukan untuk pengujian kadar air dan berat jenis

C/N rasio adalah perbandingan massa karbon terhadap massa nitrogen. Biomassa yang baru (belum terdegradasi) akan memiliki nilai C/N rasio yang tinggi. Sebaliknya, biomassa yang telah lama dan membusuk akan memiliki nilai C/N rasio yang rendah. Tanah memiliki nilai C/N rasio antara 12—15. Hasil analisis C/N rasio pada kompos yang dihasilkan pada tiap-tiap gundukan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai C/N rasio kompos dari enam gundukan dan tiga posisi yang berbeda

Gundukan No. -	Posisi			Rata-Rata
	Atas	Tengah	Bawah	
1	18,20	14,95	7,99	13,7
2	27,36	24,21	25,51	25,7
3	20,81	23,49	29,05	24,5
4	27,25	24,67	22,01	24,6
5	31,92	35,46	21,11	29,5
6	30,20	48,05	23,37	33,9
Rata-Rata	26,0	28,5	21,5	25,3

Tabel 3 menunjukkan nilai C/N rasio yang dihasilkan pada gundukan 1—6 dari tiga posisi yang berbeda, yaitu antara 7,99—48,05. Jika dibandingkan dengan nilai rata-rata C/N rasio pada tiap-tiap gundukan, nilai C/N rasio gundukan 1 adalah yang paling rendah, yaitu 13,7. Adapun nilai tertinggi adalah 33,9, yaitu gundukan 6. Hal ini terjadi karena kompos pada gundukan 1 telah matang atau mendekati matang sehingga hampir seluruh biomassa yang terdapat pada gundukan 1 telah terdekomposisi menjadi kompos, sedangkan gundukan 6 adalah gundukan yang relatif baru sehingga belum terjadi dekomposisi biomassa.

Apabila nilai C/N rasio semakin rendah, kompos yang dihasilkan semakin matang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ismayana et al. (2012) bahwa pada umumnya limbah biomassa organik mempunyai C/N rasio antara 15—30 dan selama proses dekomposisi berlangsung, C/N rasio turun sampai mendekati 12 pada kompos yang sudah matang. Nilai C/N rasio kompos gundukan 1 telah memenuhi standar SNI kompos, yaitu antara 10—20 dan telah berada pada kisaran C/N rasio tanah, yaitu 12—15. Nilai C/N rasio pada gundukan lain yang tinggi diduga karena proses dekomposisi belum terjadi secara sempurna. Lama waktu pengomposan gundukan 2 hingga 6 berturut-turut adalah 54, 44, 37, 27, 19, dan 7 hari. Apabila dilihat dari ketiga posisi gundukan yang sama (atas, tengah, dan bawah), nilai rata-rata C/N rasio dari masing-masing posisi berada pada kisaran yang

tidak jauh berbeda, yaitu 21,5—28,5. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pencampuran yang cukup merata antara biomassa dan mikroorganisme yang mendekomposisi yang berada di setiap lapisan dalam gundukan. Kecenderungan ini menunjukkan hal positif yang berarti bahwa proses pengomposan terjadi secara baik.

3.2 Analisis biaya pengomposan

Memanfaatkan limbah dari tegakan yang dikonversi dengan memanfaatkan bahan-bahan organik untuk dijadikan pupuk kompos adalah salah satu pilihan yang tepat. Bahan-bahan organik ini bisa menjadi barang bernilai, seperti pupuk kompos. Kompos adalah pupuk yang dapat digunakan sebagai sumber hara dan media tumbuh tanaman. PTSB dapat memanfaatkan pupuk kompos sebagai salah satu bentuk CSR, baik untuk masyarakat maupun digunakan sendiri sebagai bahan reklamasi lahan bekas tambang.

Menjalankan bisnis pupuk kompos yang berbahan biomassa sawit tidak sulit karena biomassa sawit mudah dijumpai dan tahapan pembuatannya juga relatif mudah. Bisnis usaha pupuk kompos ini terbukti menguntungkan. Hal tersebut dapat dilihat dari analisis biaya dan potensi pendapatan yang berasal dari pembuatan kompos di PTSB. Untuk menghitung analisis pembiayaan diperlukan beberapa asumsi sebagai berikut.

- Tenaga kerja yang dipakai berjumlah 10 orang dengan 1 supervisor.
- Lama waktu pengerjaan 50 hari.
- Lahan tidak sewa/beli
- Bahan baku gratis/tidak beli, yaitu:
 - volume bahan baku daun sawit sebanyak 800 m³, tetapi yang dibuat dalam gundukan diperkirakan hanya 540 m³, sisanya dimasukkan dalam proses *graveyard* dan
 - volume batang sawit sebanyak 3435 m³.
- Asumsi harga jual kompos di pasaran 4500/kg.
- Mesin *chipper* 2 buah
- Berdasarkan uji petik di lapangan, rendemen (*recovery*) dari volume bahan baku daun sawit adalah 83,79% dan 60% diasumsikan untuk batang kelapa sawit.

Biaya pengeluaran adalah biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan kompos seperti yang tercantum dalam kesepakatan antara PTSB dan Fakultas Kehutanan, UGM. Biaya yang dikeluarkan untuk mengolah sampah daun sawit sebanyak 800 m³ dan batang kayu sawit sebanyak 3.534 m³ adalah Rp591.405.000,00. Biaya ini meliputi biaya persiapan tim sebesar 3%, bahan dan alat sebesar 82%, dan komponen honor sebesar 15%. Detail biaya pengeluaran untuk pembuatan kompos dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengeluaran berdasarkan aktivitas pengomposan

No.	Uraian Kegiatan	Vol Kegiatan			Biaya satuan	Jumlah Biaya
		Freq	Vol	Unit		
1 Persiapan Tim						
	Asuransi Tim dan Personal Use	1	12 orang	Rp 250,000.00	Rp	3,000,000.00
	APD (alat pelindung diri)	1	12 orang	Rp 300,000.00	Rp	3,600,000.00
	Rencana kerja dan peta	1	2 paket	Rp 250,000.00	Rp	500,000.00
	Peralatan (pH meter, termocouple, hygrometer, botol sampel)	1	1 paket	Rp 5,000,000.00	Rp	5,000,000.00
	Barak kerja 6x12m	1	1 paket	Rp 2,000,000.00	Rp	2,000,000.00
2 Bahan dan alat						
	Decomposer bahan baku daun 540 m ³ (1 botol/m ³)	540	1 botol	Rp 20,000.00	Rp	10,800,000.00
	Decomposer lubang besar sebanyak 3435,5 m ³ (1 botol/m ³)	3435,5	1 botol	Rp 20,000.00	Rp	68,710,000.00
	urea	1	20 karung	Rp 270,000.00	Rp	5,400,000.00
	Pupuk kandang bahan baku daun (15 kg/m ³)	8100	1 kg	Rp 2,000.00	Rp	16,200,000.00
	Pupuk kandang lubang besar bahan baku batang (15 kg/m ³)	51532,5	1 kg	Rp 2,000.00	Rp	103,065,000.00
	Plastik terpal (6x8 m A12)	1	20 lembar	Rp 750,000.00	Rp	15,000,000.00
	Sewa traktor	1	30 hari	Rp 5,000,000.00	Rp	150,000,000.00
	Chipper	1	2 unit	Rp 30,000,000.00	Rp	60,000,000.00
	Solar chipper	1	1400 liter	Rp 9,600.00	Rp	13,440,000.00
	Cangkul, skop, ganco, n garu, gerobak	2	1 paket	Rp 1,250,000.00	Rp	2,500,000.00
	Pipa paralon 4 inci	1	30 unit	Rp 85,000.00	Rp	2,550,000.00
	Aerator	1	2 unit	Rp 3,000,000.00	Rp	6,000,000.00
	Chainsaw	1	2 unit	Rp 4,000,000.00	Rp	8,000,000.00
	Pertalite chainsaw	2	300 liter	Rp 9,400.00	Rp	5,640,000.00
	Pompa air, tandon dan selang	1	2 paket	Rp 10,000,000.00	Rp	20,000,000.00
3 Honorarium dan upah						
	Supervisor	1	3 OB	Rp 5,000,000.00	Rp	15,000,000.00
	Tenaga lokal (10 orang)	10	60 OH	Rp 125,000.00	Rp	75,000,000.00
TOTAL						591,405,000

Potensi penerimaan adalah perhitungan potensi nilai barang seandainya dijual di pasaran. Apabila asumsi harga produk kompos Rp4.500/kg, dengan bahan baku daun sawit sebanyak 540 m³ dan batang kayu sawit sebanyak 3.534 m³ dapat dihasilkan produk kompos senilai Rp6.684.637.500,00. Konversi volume ke berat kering didasarkan pada perhitungan berat jenis, yaitu 0,55 atau kerapatan 550 kg/m³. Adapun bahan baku batang diasumsikan 0,60 atau 600 kg/m³. Detail perhitungan penerimaan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan potensi penerimaan dari penjualan kompos

No.	Potensi Penerimaan dari Kompos	Jumlah	Satuan	Biaya/Satuan	Total Biaya (Rp)
1.	Kompos dari bahan baku daun 452,5 m ³ x 550 kg/m ³	248875	kg	4500	1.119.937.500,00
2.	Kompos dari bahan baku batang 3435 m ³ x 600 kg/m ³ x 60% (estimasi <i>recovery</i>)	1236600	kg	4500	5.564.700.000,00
TOTAL					6.684.637.500,00

Berdasarkan perhitungan biaya dan potensi penerimaan dapat disimpulkan bahwa pengolahan limbah hutan menjadi kompos relatif menguntungkan karena dapat sekaligus membuang limbah dan berpotensi sebagai sumber penerimaan (*revenue*). Kompos dapat dijual, diberikan kepada masyarakat, ataupun digunakan untuk restorasi bekas tambang. Apabila biaya yang dibutuhkan sekitar Rp591,405,000,00 (Tabel 4) dan potensi penerimaan sebesar Rp6.684.637.500,00 (Tabel 5), selisih yang diperoleh sebesar Rp6.093.232.500,00. Nilai ini cukup tinggi dan sangat menjanjikan. Selain itu, pengolahan kompos juga menambah lapangan kerja baru bagi penduduk di sekitar pabrik.

3.3 Kendala dalam pelaksanaan pembuatan kompos

Dalam proses pelaksanaan pengomposan terdapat beberapa kendala yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proses pengomposan di PTSB. Kendala-kendala tersebut adalah kendala cuaca dan pasokan air serta kondisi biomassa yang terlalu kering. Cuaca yang sangat panas menyebabkan pasokan air kurang lancar dan proses penyiraman tidak bertahan lama. Hal itu

menyebabkan gundukan tidak dapat disiram secara optimal seperti yang direncanakan. Kelembapan yang kurang menyebabkan pengomposan tidak berjalan dengan sempurna (Vakili et al., 2015). Selain itu, cuaca panas menyebabkan jamur *decomposer* biomassa mati. Biomassa yang disediakan untuk proses pengomposan telah sangat kering akibat *land clearing*. Biomassa yang terlalu kering menyebabkan fisiknya menjadi sangat ulet sehingga tidak bisa dicacah (beberapa kali pisau alat pencacah/*chipper* patah).

4. KESIMPULAN

Jumlah pupuk kompos yang bisa diperoleh dari delapan gundukan daun kelapa sawit dengan volume 452,5 m³ adalah 248,9 ton. Adapun dari batang kelapa sawit yang bervolume 3.435 m³ diperoleh pupuk kompos sebanyak 1.236,6 ton. Pupuk kompos pada masa pengomposan, yaitu selama dua bulan mempunyai rasio C/N 13,7 sehingga memenuhi standar SNI dan sesuai dengan C/N tanah. Biaya yang dikeluarkan untuk mengolah sampah daun sawit sebanyak 800 m³ dan batang kayu sawit sebanyak 3.534 m³ adalah Rp591.405.000,00. Potensi penerimaan yang diperoleh apabila produk kompos diasumsikan seharga Rp4500/kg dan produksi kompos sebesar 248,9 ton (dari daun) serta 1.236,6 ton (dari batang) adalah Rp6.684.637.500,00. Dengan demikian, potensi keuntungan yang diperoleh sebesar Rp6.093.232.500,00.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada tim mahasiswa dan tim PT Semen Baturaja yang telah membantu pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, K. & Widyorini, R. (2012). Pengaruh jumlah asam sitrat, suhu dan waktu pengempaan terhadap sifat papan partikel dari pelepah kelapa sawit (Skripsi). Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, UGM, Yogyakarta.
- Asir, L.O. (2013). Alternatif teknik rehabilitasi lahan terdegradasi pada lahan bekas galian industri. INFO BPK Manado, 3(2), 113—129.
- Boateng, C.O. & Lee, K.T. (2014). Ultrasonic-assisted simultaneous saccharification and fermentation of pretreated oil palm fronds for sustainable bioethanol production. J. Fuel., 119, 285—291.
- BSN. (2004). Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. SNI 19-7030-2004.
- Bulan, R., Mandang, T., Hermawan, W., & Desrial. (2016). Pemanfaatan Limbah Daun Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Pupuk Kompos. Rona Teknik Pertanian, 9(2), 135—146.
- Desideri, U. & Fantozzi, F. (2013). Biomass combustion and chemical looping for carbon capture and storage. In Erik Dahlquist (Ed.), Technologies for

Converting Biomass to Useful Energy. Boca Raton: CRC Press.

- Hossain, N. & Jalil, R. (2015). Sugar and Bioethanol Production from Oil Palm Trunk (OPT). Research Article Asia Pac. J. Energy Environ., 2(2): 89—92.
- Ismayana, A., Indrasti, N.S., Suprihatin, Maddu, A., & Fredy A. (2012). Faktor Rasio C/N Awal dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Bagasse dan Blotong. J Tek Ind Pert, 22(3), 173—179.
- Singh, J. & Kalamdhad, A. (2019). Composting Process dalam Bioavailability, leachability, chemical speciation, and bioremediation of heavy metals in the process of composting, chapter 2. Boca Raton, FL: CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Sulistyo J. (2006). Karakteristik arang cangkang kelapa sawit dari proses karbonisasi yang berbeda diaktivasi dengan ZnCl₂ konsentrasi rendah pada beberapa variasi suhu dan waktu aktivasi (Tesis). Program Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Sunarta, S., Uehara, T., & Katoh, S. (2011). Effect of fractionated palm fruit shell bio-oil on seed germination. Forest Prod. J., 61(4), 326—332.
- Vakili, M., Zwa'in, H.M., Rafatullah, M., Gholami, Z., & Mohammadpour, R. (2015). Potentiality of Palm Oil Biomass with Cow Dung for Compost Production. KSCE Journal of Civil Engineering, 19(7), 1994—1999.